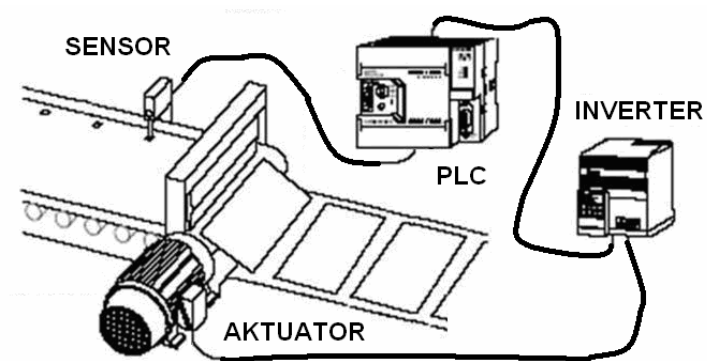


Bab 1

Apa Itu **PLC**?

PLC atau diterjemahkan sebagai kontroler yang dapat diprogram (**Programmable Logic Controller**), adalah sebuah komputer khusus yang banyak digunakan untuk otomatisasi proses produksi di industri. Tidak seperti komputer biasa, PLC telah didesain sebagai alat kontrol yang memiliki banyak jalur input dan output, dengan dilengkapi ketahanan untuk kondisi lingkungan yang buruk (debu, lembab, panas, dingin, dan lain-lain). Jalur input-output ini menghubungkan PLC dengan sensor dan aktuator (melalui inverter), seperti terlihat pada gambar berikut ini.

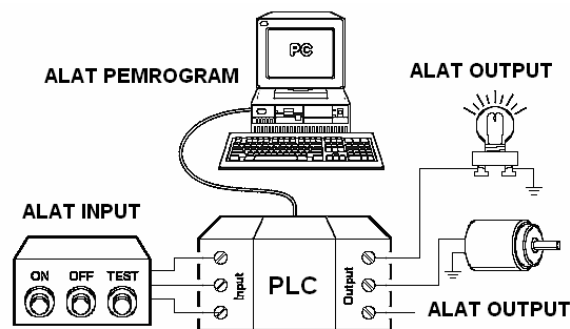


Gambar 1.1 Penggunaan PLC di industri

Jika dibandingkan dengan sistem kontrol tradisional, PLC menawarkan banyak kelebihan, di antaranya biaya yang lebih ekonomis untuk sistem pengendalian yang rumit, penghematan tempat, karena satu PLC bisa menggantikan berpuluh-puluh alat, dan juga kemampuan melakukan operasi perhitungan aritmetika sehingga menghasilkan kontrol yang cerdas. PLC juga memiliki fasilitas monitoring sehingga memudahkan perbaikan dan troubleshooting.

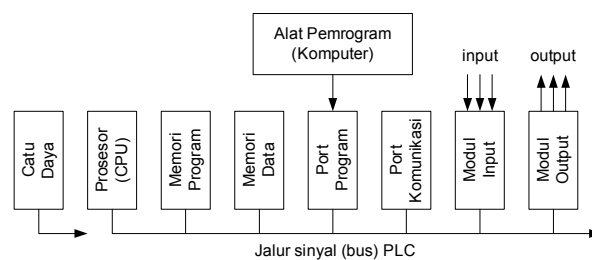
1.1 Bagian-Bagian PLC

Sebuah PLC secara umum terdiri atas bagian-bagian sebagai berikut.



Gambar 1.2 Bagian-bagian sistem PLC

Dalam bentuk blok diagram:



Gambar 1.3 Blok diagram bagian-bagian sistem PLC

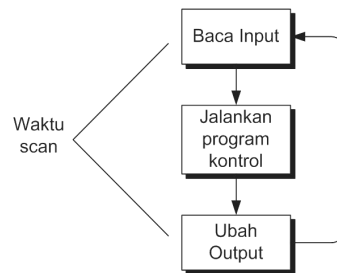
Keterangan masing-masing bagian seperti berikut:

1. Catu Daya: bagian PLC yang menyediakan tegangan dan arus yang diperlukan untuk PLC beroperasi.
2. CPU: bagian PLC yang membaca, melakukan perhitungan, dan menjalankan satu demi satu instruksi program.
3. Memori Program dan Data: bagian PLC yang digunakan untuk menyimpan program dan data saat proses berlangsung.
4. Alat Pemrograman: alat yang digunakan untuk memasukkan program ke dalam memori PLC, bisa berupa sebuah komputer atau konsol.
5. Port Pemrograman: bagian PLC yang menerima program dari alat pemrograman untuk disimpan ke dalam memori.
6. Port Komunikasi: bagian PLC yang digunakan untuk melakukan komunikasi dengan komputer atau PLC yang lain.
7. Modul Input: bagian PLC untuk menerima sinyal dari luar.
8. Modul Output: bagian PLC yang memberikan sinyal atau status tertentu ke peranti di luar berdasarkan instruksi program.

1.2 CPU

CPU atau unit pengolah pusat PLC adalah gabungan dari tiga bagian utama, yaitu prosesor, memori, dan catu daya. Tugas CPU adalah menerima, menerjemahkan, menyimpan, dan mengolah informasi serta menjalankan program kontrol yang disimpan dalam memori. Waktu siklus kerja CPU dari membaca input, menjalankan instruksi program kontrol, dan memperbaharui status output disebut waktu scan (scan time) atau waktu siklus (cycle time).

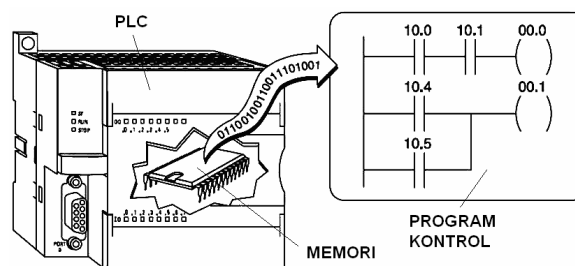
Semakin singkat waktu scan, semakin cepat kontroler dapat bereaksi terhadap input. Umumnya, waktu scan bervariasi antara 1 milidetik sampai 30 milidetik.



Gambar 1.4 Waktu siklus kerja CPU PLC

1.3 Program Kontrol

Program kontrol adalah sebuah program komputer yang disimpan di dalam memori PLC yang memberi tahu apa yang harus dilakukan oleh PLC. Program kontrol terdiri atas barisan instruksi. Instruksi-instruksi ini adalah kode komputer yang membuat input dan output PLC melakukan apa yang diinginkan. Jika diinginkan perubahan fungsi pengendalian, secara mudah dapat dilakukan hanya dengan mengubah isi program kontrol. Gambar berikut ini menunjukkan gambaran dari instruksi program kontrol yang disimpan dalam memori PLC.



Gambar 1.5 Program Kontrol dalam memori PLC

1.4 Tipe Alat Input-Output

Ada dua tipe alat input-output PLC, yaitu tipe digital dan analog. Tipe digital hanya memiliki dua kondisi, yaitu ON dan OFF, atau 1 dan 0. Sakelar adalah contoh input digital, sedangkan lampu adalah contoh output digital.

Tipe analog memiliki kondisi yang lebih dari dua, yaitu tidak hanya ON dan OFF saja, tetapi bisa 10% ON, 30% ON, 60% ON, dan seterusnya. Sensor suhu adalah contoh input analog, karena suhu yang diukur tidak hanya panas atau dingin, tetapi bisa memiliki kondisi seperti hangat, suam-suam kuku, dingin, dan lain-lain. Sedangkan contoh output analog adalah kecepatan motor DC.

1.5 Bahasa Pemrograman PLC

Menurut standar Internasional IEC 1131-3, ada lima bahasa pemrograman PLC, yaitu:

1. Ladder Diagram (LD)
2. Sequential Function Charts (SFC)
3. Function Block Diagram (FBD)
4. Structured Text (ST)
5. Instruction List (IL)

Berikut keterangan masing-masing bahasa pemrograman tersebut:

1. Ladder Diagram (LD)

LD adalah bahasa pemrograman utama PLC. Bahasa ini disukai karena sederhana dan mudah dipahami, berbentuk gambar yang didasarkan pada prinsip kerja logika relay.

2. Sequential Function Charts (SFC)

SFC dikembangkan untuk mengakomodasi pemrograman pada sistem yang lebih kompleks. Bahasa SFC ini mirip seperti flowchart, namun dengan lebih banyak fungsi-fungsinya.

3. Function Block Diagram (FBD)

Sama seperti LD dan SFC, bahasa FBD juga berbentuk gambar. Konsep utama bahasa FBD ini adalah aliran data, di mana pemrograman dimulai dari input, kemudian berlanjut ke blok fungsi, kemudian output.

4. Structured Text (ST)

Berbeda dari ketiga bahasa sebelumnya, ST ini merupakan bahasa pemrograman berbentuk teks, yang mirip seperti bahasa pemrograman tingkat tinggi BASIC atau Pascal. Dengan bentuk teks ini, penulisan program menjadi lebih fleksibel.

5. Instruction List (IL)

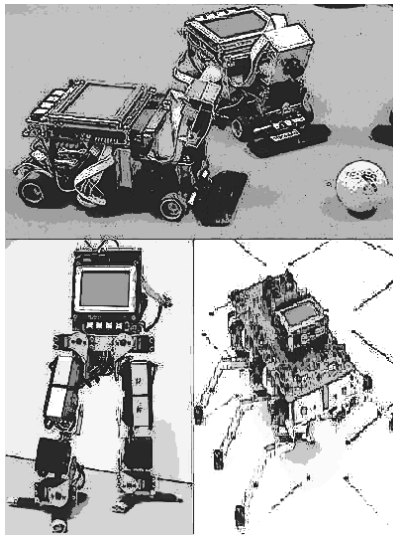
Bahasa pemrograman IL ini sering disebut juga sebagai instruksi mnemonic. Bahasa ini mirip seperti bahasa assembler pada pemrograman mikrokontroler, dengan kelebihan pada eksekusi instruksinya paling cepat di antara semua program.

Sekalipun ada lima bahasa pemrograman pada PLC, namun buku ini hanya membahas Ladder Diagram saja, karena paling mudah dipahami dan paling banyak digunakan.

Bab 2

Apa Itu **Mikrokontroler?**

Apakah mikrokontroler itu? Sesuai namanya, mikrokontroler adalah sebuah alat pengendali (kontroler) berukuran mikro yang dikemas dalam bentuk chip. Anda dapat menjumpai mikrokontroler dalam hampir semua alat elektronik. Dari alat rumah tangga seperti mesin cuci hingga robot-robot mainan yang cerdas.

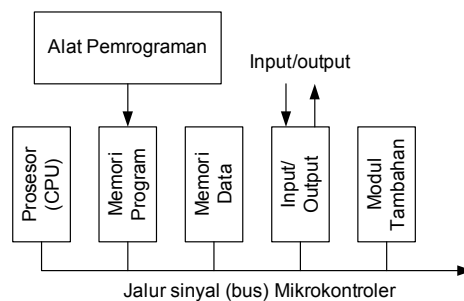


Gambar 2.1 Aplikasi mikrokontroler pada robot mainan

Sebuah mikrokontroler pada dasarnya bekerja seperti sebuah mikroprosesor pada komputer. Keduanya memiliki sebuah CPU yang menjalankan instruksi program, melakukan logika dasar, dan pengolahan data. Namun agar dapat digunakan, sebuah mikroprosesor memerlukan tambahan komponen, seperti memori untuk menyimpan program dan data, juga interface input-output untuk berhubungan dengan dunia luar. Sedangkan sebuah mikrokontroler telah memiliki memori dan interface input output di dalamnya, dan unit ADC yang dapat menerima masukan sinyal analog secara langsung. Karena berukuran kecil, murah, dan menyerap daya yang rendah, mikrokontroler merupakan alat kontrol yang paling tepat untuk “ditanamkan” pada berbagai peralatan.

2.1 Bagian-Bagian Mikrokontroler

Sebuah mikrokontroler umumnya terdiri atas bagian-bagian berikut.



Gambar 2.2 Blok diagram bagian-bagian sistem mikrokontroler

Berikut keterangan masing-masing bagian:

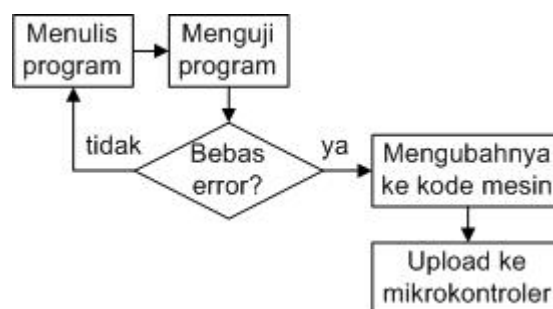
1. **Prosesor/CPU:** bagian ini melakukan fungsi logika dan aritmetika mengikuti instruksi yang dibaca dari memori program.
2. **Memori Program:** bagian ini menyimpan instruksi yang diberikan oleh alat pemrograman untuk dibaca prosesor.

3. Memori Data: bagian ini menyimpan data dan variabel yang dituliskan oleh prosesor. Data dalam memori program tetap akan tersimpan sekalipun listrik mati, tetapi data dalam memori data ini akan hilang bila tidak mendapat daya listrik.
4. Alat Pemrograman: bagian ini digunakan untuk memasukkan instruksi ke dalam memori program mikrokontroler.
5. Input/Output: bagian ini bekerja untuk menghubungkan mikrokontroler dengan peranti luar.
6. Modul tambahan: bagian ini merupakan fungsi tambahan yang disediakan oleh mikrokontroler, seperti Counter/Timer, ADC, Comparator, PWM, I2C, SPI, dan lain-lain.

Perhatikan bahwa bagian-bagian utama PLC seperti prosesor, memori dan input output juga tersedia di dalam mikrokontroler.

2.2 Siklus Pemrograman Mikrokontroler

Untuk membuat mikrokontroler bisa bekerja, mikrokontroler tersebut harus diprogram terlebih dulu. Perhatikan diagram siklus pemrograman mikrokontroler berikut ini.



Gambar 2.3 Diagram siklus pemrograman mikrokontroler

2.3 Bahasa Pemrograman Mikrokontroler

Tersedia berbagai jenis mikrokontroler di pasaran dengan bahasa pemrograman yang berbeda-beda, mulai dari bahasa pemrograman yang berbentuk teks hingga berbentuk gambar. Secara umum, bahasa pemrograman berbentuk gambar lebih mudah dipelajari daripada bahasa pemrograman berbentuk teks, hanya saja pemakaiannya tidak se-fleksibel bahasa pemrograman berbentuk teks.

Salah satu software dengan bahasa pemrograman berbentuk gambar adalah LDmicro. Gambar pada LDmicro memiliki bentuk yang sama dengan Ladder Diagram pada PLC. Dengan demikian, di samping mudah dipelajari, bagi seseorang yang sudah terbiasa dengan pemrograman PLC, akan langsung bisa memprogram mikrokontroler juga.

Hal lain yang menarik pada LDmicro adalah, LDmicro ini dapat digunakan untuk memprogram dua jenis mikrokontroler, yaitu mikrokontroler dalam keluarga PIC dan AVR. Di samping itu, LDmicro ini juga memiliki fasilitas simulator yang sangat baik, sehingga pengguna dapat memastikan apakah hasil program mikrokontrolernya sudah benar atau belum, sebelum hasilnya di-upload ke mikrokontroler. Ditambah lagi, LDmicro ini adalah software open source yang gratis dan terbuka untuk dimodifikasi, sehingga memungkinkan pengembangan yang lebih baik karena banyaknya komunitas yang menggunakan.

2.4 PIC16F877 dan ATmega8

LDmicro dapat memprogram beberapa mikrokontroler dalam keluarga PIC dan AVR, salah satu di antaranya PIC16F877 (keluarga PIC) dan ATmega8 (keluarga AVR). Kedua mikrokontroler tersebut akan digunakan untuk menjadi “model PLCmikro” di dalam buku ini. Apa itu PLCmikro, akan dijelaskan lebih lanjut pada Bab 3.

Mengapa penulis memilih PIC16F877 dan ATmega8? Ada beberapa alasan, di antaranya:

1. Keduanya cukup populer di kalangan penggemar mikro-kontroler.
2. Keduanya relatif mudah dalam meng-upload kode program dari komputer ke memorinya, baik secara ICSP maupun bootloader.
3. Keduanya mudah diperoleh di pasaran lokal dengan harga yang relatif murah.
4. Keduanya memiliki *built-in* ADC, UART, PWM dan input output digital yang cukup memadai.

Bab-bab selanjutnya akan membahas penggunaan dari kedua mikro-kontroler ini untuk dirakit sebagai PLCmikro.



Bab 3

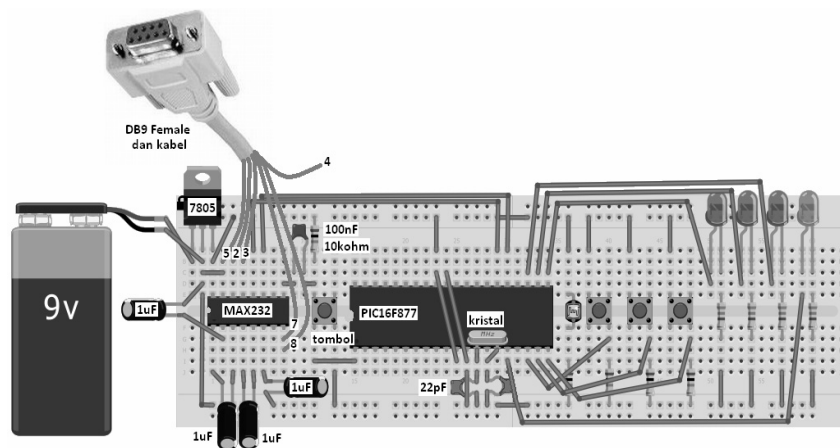
PLCmikro

Apabila Bab 1 membahas mengenai PLC, dan Bab 2 membahas mengenai mikrokontroler, Bab 3 ini membahas mengenai penggabungan keduanya. Seperti diketahui bahwa secara umum harga sebuah PLC jauh lebih mahal dibandingkan dengan harga sebuah mikrokontroler. Untuk mengatasi biaya yang mahal tersebut, mengapa tidak membuat PLC dari mikrokontroler yang murah. Tentu saja PLC yang dibuat dari mikrokontroler ini tidak bisa menyamai kecepatan dan keandalan PLC yang sebenarnya. Namun untuk keperluan pendidikan, seperti sebagai alat peraga atau alat praktik, tentu tidak dibutuhkan tingkat kemampuan PLC yang tinggi, seperti yang dibutuhkan di industri.

Itulah sebabnya penulis menghadirkan PLCmikro di sini. PLCmikro merupakan istilah yang penulis berikan untuk menamai rangkaian mikrokontroler yang dapat diprogram dengan bahasa pemrograman Ladder Diagram PLC, yaitu menggunakan software LDmicro.

Ada empat tipe rangkaian PLCmikro yang disediakan dalam buku ini, dengan kelebihan dan kelemahannya masing-masing, dengan tujuan pembaca dapat memilih salah satu sesuai dengan kebutuhannya.

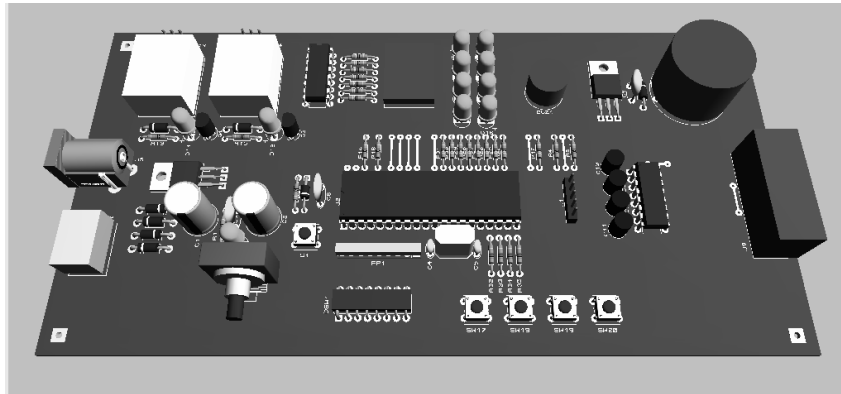
3.1 PLCmikro Tipe Pertama



Gambar 3.1 PLCmikro tipe pertama

| | |
|------------|---|
| Deskripsi | Rangkaian mikrokontroler PIC16F877 dengan beberapa alat IO yang disusun di atas breadboard. |
| Kelebihan | Pembuatan rangkaian hanya membutuhkan waktu yang singkat, dan penyambungan tidak memerlukan solder. |
| Kelemahan | Mudah lepas, dan memiliki ruang penyambungan yang terbatas, sehingga jumlah alat IO juga dibatasi. |
| Pemakaian | Untuk keperluan peragaan singkat, yang bisa dilepas dan disusun kembali. |
| Penjelasan | Lihat Bab 4. |

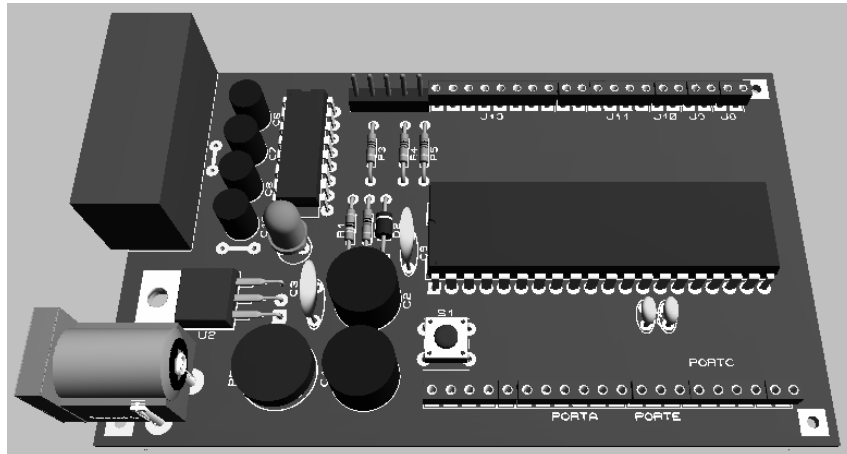
3.2 PLCmikro Tipe Kedua



Gambar 3.2 PLCmikro tipe kedua

| | |
|------------|---|
| Deskripsi | Rangkaian mikrokontroler PIC16F877 yang dilengkapi dengan alat IO dan dipasang pada PCB. |
| Kelebihan | Lebih kompak dan tahan lama, dengan jumlah alat IO yang lebih banyak, dengan perincian: 12 alat input digital, 12 alat output digital, 1 alat input analog, dan 1 alat output analog. |
| Kelemahan | Pembuatan rangkaian membutuhkan waktu yang lebih lama, dan penyambungannya memerlukan solder. |
| Pemakaian | Untuk keperluan alat praktik. |
| Penjelasan | Lihat Bab 5. |

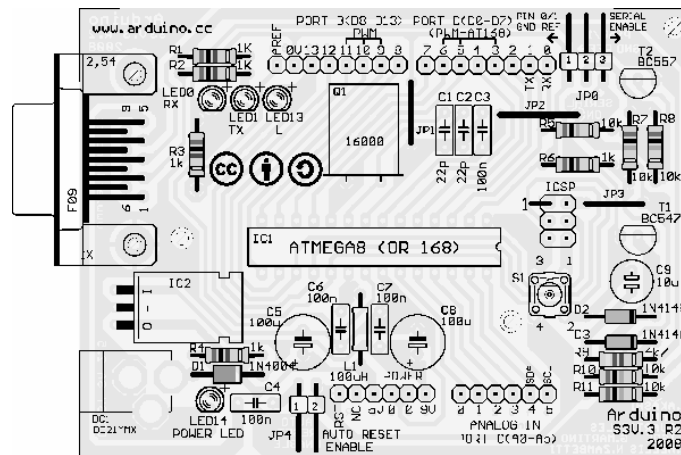
3.3 PLCmikro Tipe Ketiga



Gambar 3.3 PLCmikro tipe ketiga

| | |
|------------|--|
| Deskripsi | Rangkaian mikrokontroler PIC16F877 tanpa alat IO dan dipasang pada PCB. |
| Kelebihan | Lebih kompak dan tahan lama, dengan alat IO yang bisa ditambahkan secara fleksibel. Dengan mikrokontroler PIC16F877, tersedia 33 kaki IO yang bisa dihubungkan dengan alat IO. |
| Kelemahan | Pembuatan rangkaian membutuhkan waktu yang lebih lama, dan penyambungannya memerlukan solder. |
| Pemakaian | Untuk keperluan pengembangan sesuai kebutuhan. |
| Penjelasan | Lihat Bab 6. |

3.4 PLCmikro Tipe Keempat



Gambar 3.4 PLCmikro tipe keempat menggunakan Arduino Severino

| | |
|------------|---|
| Deskripsi | Rangkaian mikrokontroler ATmega8 (Arduino Severino). |
| Kelebihan | Lebih kompak dan tahan lama, dengan alat IO yang bisa ditambahkan secara fleksibel. |
| Kelemahan | Pembuatan rangkaian membutuhkan waktu yang lebih lama, dan penyambungannya memerlukan solder. |
| Pemakaian | Untuk keperluan pengembangan sesuai kebutuhan. |
| Penjelasan | Lihat Bab 7. |

Catatan: Untuk PLCmikro tipe keempat ini, penulis menggunakan rangkaian open source Arduino Severino, yang didesain oleh Adilson Akashi. Mengapa menggunakan Arduino Severino? Tidak lain karena akibat begitu populernya Arduino di dunia saat ini. Untuk mengetahui lebih jelas, pembaca dapat melihat Bab 7.

